

超声对胎儿主动脉缩窄的诊断价值分析

程跃跃 赵雅萍 阮如慧 周奕嘉 刘畅

摘要 **目的** 分析各项超声心动图指标在胎儿主动脉缩窄方面的诊断价值,探讨不同超声参数诊断的敏感度及特异性,进一步综合评估多个超声参数的诊断价值。**方法** 选取在笔者医院行胎儿超声心动图检查提示可疑主动脉缩窄、主动脉峡部偏细的胎儿62例,以出生后超声心动图检查或尸检证实为金标准,分为缩窄组与正常组。对两组的超声参数进行统计学分析,包括右心室/左心室横径(RV/LV)、主肺动脉/升主动脉内径(PA/AO)、主动脉峡部/动脉导管内径(AI/DA)、主动脉峡部/升主动脉内径(AI/AO)、主动脉峡部Z分数(AI Z-score)、升主动脉Z分数(AO Z-score)。**结果** AI/DA、PA/AO、AI Z-score、AO Z-score、AI/AO指标ROC曲线下面积(AUC) > 0.5,有一定的诊断价值($P < 0.05$)。当以PA/AO > 1.78、AI/DA < 0.56、AI Z-score < -2、AO Z-score < -2、AI/AO < 0.57为截断值,诊断胎儿主动脉缩窄的敏感度分别为63.6%、90.9%、90.9%、63.6%、72.7%,特异性分别为80.0%、77.5%、65.0%、67.5%、57.5%。单一指标诊断的价值有限,2~3个任意指标超过界值时,其超声联合诊断价值提高。**结论** 以AI/DA < 0.56为截断值,推荐作为诊断胎儿主动脉缩窄的一项超声指标。单一超声指标诊断胎儿主动脉缩窄的诊断价值有限,联合多个超声指标诊断及综合评估心脏大血管情况可提高该病诊断的敏感度与特异性。

关键词 产前超声诊断 主动脉缩窄 胎儿超声心动图

中图分类号 R4 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.08.032

Clinical Value of Ultrasonography in Diagnosis of Fetal Aorta Coarctation. Cheng Yueyue, Zhao Yaping, Ruan Ruhui, et al. Department of Ultrasonography, The Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Zhejiang 325000, China

Abstract Objective To compare and analyze the diagnostic value of various ultrasonic parameters in the diagnosis of fetal aorta coarctation, to explore the diagnostic sensitivity and specificity of echocardiography parameters, and the diagnostic value of multiple ultrasonic parameters. **Methods** Sixty-two cases of fetus checked by fetal echocardiography in our hospital and were suspected fetus aortic coarctation or fetus of narrow aortic. They were confirmed by echocardiography after birth or autopsy as golden standard, divided into narrow group and normal group. The measurements of right ventricle/left ventricle ratio (RV/LV), pulmonary artery/aorta ratio (PA/AO), isthmus/duct ratio (AI/DA), isthmus/aorta ratio (AI/AO), isthmus Z-score (AI Z-score), ascending aorta Z-score (AO Z-score) were analysed. **Results** The AI/DA, PA/AO, AI Z-score, AO Z-score, AI/AO were calculated. ROC curve showed their area under ROC were > 0.5 with a significant statistical significance ($P < 0.05$). PA/AO > 1.78, AI/DA < 0.56, AI Z-score < -2, AO Z-score < -2, AI/AO < 0.57 as the cut-off value, the sensitivity were 63.6%, 90.9%, 90.9%, 63.6%, 72.7% respectively; specificity were 80.0%, 77.5%, 65.0%, 67.5%, 57.5% respectively. The diagnostic value of single ultrasonic parameter is low. The diagnostic value of multiple ultrasound parameters is improved when the number of the parameters increased to 2 or 3. **Conclusion** AI/DA < 0.56 is recommended by the author to diagnose fetal aorta coarctation. The value of single parameter of fetal echocardiography in diagnosis of fetal aortic coarctation is lower. Combining multiple ultrasound parameters and the comprehensive evaluation of the heart vascular condition can improve the sensitivity and specificity of ultrasound diagnosis.

Key words Prenatal ultrasound diagnosis; Aortic coarctation; Fetal echocardiography

主动脉缩窄(coarctation of aorta, COA)是指主动脉的局限性狭窄性病变,多发生于主动脉峡部^[1]。主动脉缩窄约占各类先天性心脏畸形的6%~8%,胎儿预后情况与其缩窄程度以及其合并畸形有关^[2,3]。准确的产前诊断胎儿主动脉缩窄可明显改

善患儿预后,同时也使孕妇及家属有充分的心理准备。但目前大多数研究者认为产前确诊胎儿主动脉缩窄仍是个普遍性的难题。由于胎儿时期的心脏解剖结构以及血流动力学特点与出生后大不相同,这使得本病在胎儿时期便得到准确诊断成为一个难点。目前诊断胎儿主动脉缩窄的超声指标较多,但综合分析各项超声心动图指标在胎儿主动脉缩窄的诊断价值的研究较少。本研究旨在对比分析各项超声心动

作者单位:325000 温州医科大学附属第二医院超声科

通讯作者:赵雅萍,电子邮箱:939655548@qq.com

图指标在胎儿主动脉缩窄方面的诊断价值,探讨不同超声参数诊断的敏感度及特异性,进一步综合评估多个超声参数的诊断价值。

资料与方法

1. 研究对象:选取 2014 年 1 月~2017 年 3 月来笔者医院就诊的孕妇,怀疑胎儿心脏大血管发育异常,行胎儿超声心动图检查的胎儿,其纳入和排除标准如下:(1)纳入标准:①自升主动脉至主动脉峡部管腔不同程度的狭窄,内径接近或略大于邻近上腔静脉;②主动脉弓峡部狭窄,足月胎儿主动脉弓峡部管径 < 3mm;③心脏四腔心切面右心室较左心室增大,右心室与左心室横径之比 > 1.3;④肺动脉与主动脉内径之比 > 1.5;⑤主动脉弓弯曲度变小并僵直,主动脉弓形态失常。符合上述标准 3 项及 3 项以上者纳入本次研究。(2)排除标准:①各种原因导致胎儿宫内缺氧、宫内生长受限的情况;②双胞胎之一选择性生长受限或双胞胎输血综合征胎儿;③引产后未尸检;④生产后未进行正规的新生儿超声心动图检查;⑤影像学资料或临床资料不完整;⑥随访丢失。根据上述纳入标准及排除标准,选取 2014 年 1 月~2017 年 3 月来笔者医院行胎儿超声心动图检查提示可疑主动脉缩窄、主动脉峡部偏细的胎儿 62 例。妊娠女性年龄 20~42 岁,平均年龄 29.23 ± 5.18 岁,孕周 21~39 周,平均孕周 29.18 ± 4.89 周。

2. 仪器与方法:应用 GE 公司的 VolusonE8 彩色多普勒超声诊断仪,2D/3D 探头,探头频率 4~8MHz。根据美国超声心动图协会(ASE)指南和标准,由副主任医师以上或从事胎儿超声心动图工作 3 年以上的医师进行规范化胎儿超声心动图检查,完成图像采集及测量(图 1~图 3)。超声测量值包括:在四腔心切面测量右心室横径(RV)、左心室横径(LV);在左心室流出道切面测量升主动脉内径(AO);在右心室流出道切面测量主肺动脉内径(PA);在主动脉弓矢状切面测量主动脉峡部内径(AI);在三血管气管切面测量动脉导管内径(DA)。分别计算右心室横径/左心室横径(RV/LV)、肺动脉/升主动脉(PA/AO)、主动脉峡部/动脉导管(AI/DA)、主动脉峡部/升主动脉(AI/AO)、主动脉峡部 Z-分数(AI Z-score)、升主动脉 Z-分数(AO Z-score)^[4,5]。心室收缩末期的测量以半月瓣开放、房室瓣关闭,心室舒张末期的测量以半月瓣关闭,房室瓣开放以及各解剖径线最大时作为测量时相。对各超声参数(包括 RV/LV、PA/AO、AI/DA、AI/AO、AI

Z-score、AO Z-score)进行统计学分析,综合评价超声心动图各指标对胎儿主动脉缩窄的诊断特异性和敏感度,进一步分析联合指标的诊断价值。

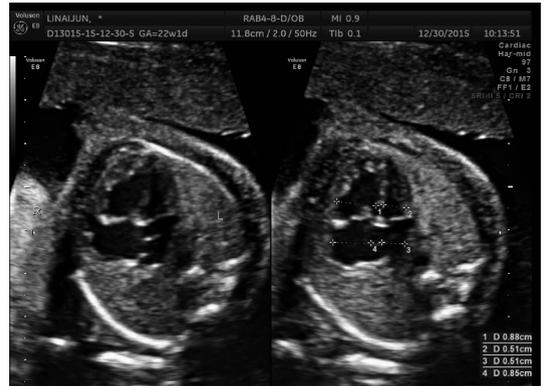


图 1 四腔心切面显示胎儿左右心室比例失衡,右心室较左心室增大

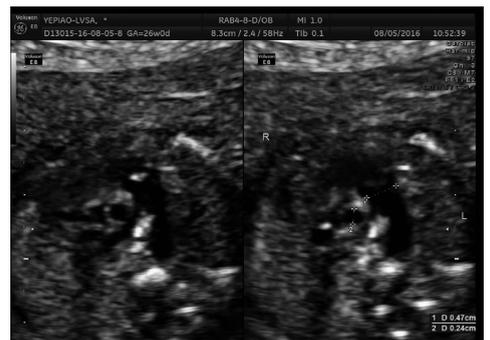


图 2 三血管气管切面示胎儿主肺动脉内径较主动脉内径明显增大



图 3 主动脉弓长轴切面示胎儿主动脉峡部内径缩小

3. 统计学方法:采用 SPSS 19.0 统计学软件进行统计分析,计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较符合正态性的采用两独立样本 *t* 检验,不符合正态性的采用非参数检验。采用 ROC 曲线分析各个指标的诊断价值,ROC 曲线下面积(AUC) > 0.9 为有较高准确性,AUC 在 0.7~0.9 为有一定准确

性,AUC在0.5~0.7为有较低准确性,AUC=0.5说明诊断方法完全不起作用,无诊断价值。通过ROC曲线选取最佳截断值,计算约登指数、得出敏感度和特异性;采用 χ^2 检验及Kappa值分析各个指标诊断结果与金标准的一致性,Kappa>0.8表明具有极好的一致性,0.6<Kappa≤0.8表明具有高度一致性,0.4<Kappa≤0.6表明数据具有中度一致性,≤0.4表明数据一致性一般,Kappa≤0.2表明数据一致性较低,以P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

1. 病例随访结果:62例超声心动图检查提示主动脉缩窄、主动脉峡部偏细的胎儿,以出生后超声心动图检查或尸检病理证实为金标准,分为缩窄组及正常组(图4、图5)。缩窄组22例,占36.5%(22/62),其中14例出生后超声复查证实,8例由尸检病理证实。缩窄组妊娠女性年龄20~42岁,平均年龄28.95±5.43岁。缩窄组妊娠女性孕周21~37周,平均孕周26.45±4.41周。正常组40例,占64.5%(40/62),全部由出生后超声复查证实。正常组孕妇年龄20~42岁,平均年龄29.38±5.10岁。正常组妊娠女性孕周21~39周,平均孕周30.68±4.53周。22例主动脉缩窄病例中合并室间隔缺损15例,合并主动脉瓣狭窄4例,合并二尖瓣狭窄4例,合并永存

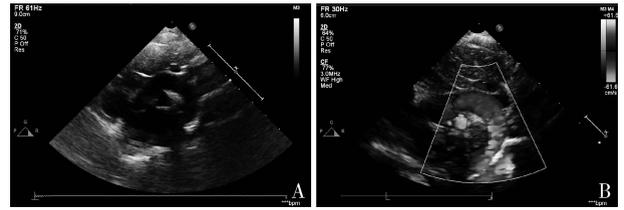


图5 正常组新生儿超声心动图检查
A. 主动脉弓内径正常,未见缩窄;B. 彩色多普勒显示主动脉弓部血流未见异常

左上腔2例,合并主动脉瓣二叶畸形1例,合并二尖瓣关闭不全1例。

2. 胎儿超声心动图测量参数的统计学分析

(1)采用SPSS 19.0统计学软件进行数据统计分析,胎儿超声心动图参数PA/AO、AI Z-score呈正态分布,组间比较采用t检验;RV/LV、AI/DA、AO Z-score、AI/AO 4个参数不符合正态性,组间比较采用非参数检验。统计结果显示,正常组和缩窄组在PA/AO、AI/DA、AI/AO、AI Z-score和AO Z-score比较差异均有统计学意义(P<0.05),RV/LV比较差异无统计学意义(P=0.279,表1)。

(2)采用ROC曲线分析显示,PA/AO、AI/DA、AI Z-score、AO Z-score和AI/AO指标对胎儿主动脉缩窄具有一定的诊断价值(P<0.05),而RV/LV指标对胎儿主动脉缩窄无诊断价值(P=0.280)。其中AI/DA指标ROC曲线下面积(AUC)为0.905,AUC>0.9,表示有较高准确性;PA/AO、AI Z-score、AI/AO指标ROC曲线下面积(AUC)分别为0.729、0.882、0.715,AUC在0.7~0.9,表明有一定准确性,而AO Z-score指标ROC曲线下面积(AUC)为0.653,AUC在0.5~0.7,表示为较低准确性(表1)。

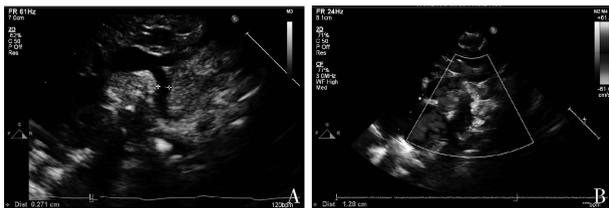


图4 缩窄组新生儿超声心动图检查
A. 主动脉缩窄处内径缩小,内径为2.7mm;B. 彩色多普勒提示主动脉缩窄处血流色调明亮呈五彩镶嵌状

表1 缩窄组和正常组超声参数比较及ROC分析

超声参数	均值		组间比较		ROC曲线	
	正常组	缩窄组	t/z	P	AUC	P
RV/LV	1.28 ± 0.30	1.48 ± 0.72	1.082	0.279	0.584	0.280
PA/AO	1.62 ± 0.29	1.93 ± 0.43	3.423	0.001	0.729	0.003
AI/DA	0.67 ± 0.15	0.41 ± 0.11	5.238	0.000	0.905	0.000
AI Z-score	-1.46 ± 1.12	-3.40 ± 1.17	6.380	0.000	0.882	0.000
AO Z-score	-1.33 ± 1.51	-2.06 ± 1.18	1.986	0.047	0.653	0.047
AI/AO	0.62 ± 0.18	0.48 ± 0.09	3.863	0.000	0.715	0.005

(3)通过ROC曲线,确定各项超声参数的最佳截断值(图6)。统计分析得出以PA/AO>1.78、AI/DA<0.56、AI Z-score<-2、AO Z-score<-2、AI/

AO<0.57为截断值,诊断胎儿主动脉缩窄的敏感度分别为63.6%、90.9%、90.9%、63.6%、72.7%;特异性分别为80.0%、77.5%、65.0%、67.5%、57.5%;约

登指数分别为 0.436、0.684、0.559、0.311、0.302。由此可见,以 AI/DA < 0.56 为截断值时,具有较高的敏

感度与特异性,对于诊断胎儿主动脉缩窄具有较高的诊断价值。

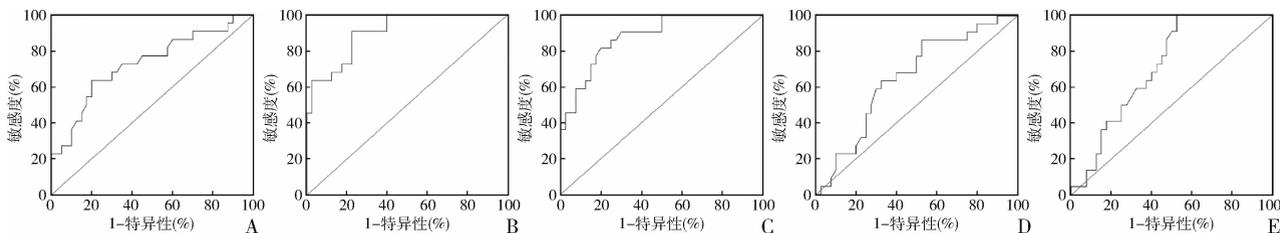


图 6 超声心动图指标 ROC 曲线分析

A. PA/AO 比值 ROC 曲线; B. AI/DA 比值 ROC 曲线; C. AI Z-score 的 ROC 曲线; D. AO Z-score 的 ROC 曲线; E. AI/AO 比值 ROC 曲线

(4) 采用 χ^2 检验及 Kappa 分析各超声指标诊断结果与金标准一致性,结果显示, AI/DA 指标 Kappa 值为 0.602, $0.6 < Kappa \leq 0.8$ 具有高度一致性; PA/AO、AI Z-score 指标 Kappa 值分别为 0.436、0.498,

$0.4 < Kappa \leq 0.6$ 表明具有中度一致性;而 AO Z-score、AI/AO 指标 Kappa 值分别为 0.296、0.272, $0.2 < Kappa \leq 0.4$ 表明具有一般的一致性(表 2)。

表 2 5 组超声参数的约登指数及 Kappa 检验结果

超声参数	界值	约登指数	敏感度 (%)	特异性 (%)	Kappa	P
PA/AO	> 1.78	0.436	63.6	80.0	0.436	0.001
AI/DA	< 0.56	0.684	90.9	77.5	0.602	0.000
AI Z-score	< -2	0.559	90.9	65.0	0.498	0.000
AO Z-score	< -2	0.311	63.6	67.5	0.296	0.018
AI/AO	< 0.57	0.302	72.7	57.5	0.272	0.022

(5) 采用 χ^2 检验和 Kappa 值比较具有一定诊断价值 ($P < 0.05$) 的各个参数间联合诊断意义。结果显示,任意单一参数诊断的一致性比较低, Kappa 值为 0.381 ($P = 0.001$),随着参数个数的增加, Kappa 值也增加,参数个数为 2 时, Kappa 值为 0.498 ($P = 0.000$),参数个数为 3 时, Kappa 值为 0.479 ($P = 0.000$),即 2~3 个任意参数超过界值时,其超声联合诊断与金标准的一致性较高(表 3)。

表 3 多个超声参数的 Kappa 检验

超声参数个数	Kappa	P
1	0.381	0.002
2	0.498	0.000
3	0.479	0.000
4	0.131	0.159
5	0.098	0.145

讨 论

超声诊断胎儿主动脉缩窄容易出现误诊可能的原因:(1) 主动脉峡部连接主动脉弓与降主动脉,胎儿左心循环含氧量高,主要维持大脑的供给需要,大部分左心输出血量供应头部和上肢,仅有 10% ~

15% 的左心血流量通过主动脉峡部进入降主动脉,因此正常情况下主动脉峡部管径就较升主动脉和降主动脉细小,因而产前超声容易将主动脉峡部误诊为主动脉缩窄,尤其是在主动脉弓降切面略有倾斜时。(2) 一些其他原因引起的峡部细窄或者左心偏小的心脏畸形,如房间隔膨出瘤或卵圆孔受限、永存左上腔静脉连接冠状静脉窦等影响左心充盈或血流量减少的疾病,较易误诊为胎儿主动脉缩窄^[6,7]。因此寻求有价值的超声诊断指标和特征性改变对于诊断胎儿主动脉缩窄十分关键。

随着胎儿孕龄的逐渐增大,胎儿主动脉内径也会随之变化,如果仅从主动脉内径的绝对值来进行胎儿主动脉缩窄的诊断,可能存在过多的假阳性诊断和假阴性诊断,因此有学者建议采用 Z-分数来评判胎儿主动脉缩窄程度的大小。Z-分数(Z-score)是指实际数据与平均数据相比较的标准差,它比较的是标准差,而并不是本身的原始数据,Z-分数的计算公式 = (实际数据 - 平均数据) / 标准差。使用 Z-score 来评定胎儿主动脉缩窄的优点就在于它已经将孕周大小的因素统计在内,因而去除了胎儿不同阶段生长

发育给产前诊断主动脉缩窄带来的影响因素。本研究发现 AO Z - score 指标具有一般的一致性; AI Z - score 这个指标具有中度一致性。王连双等^[8]研究发现当以 AI Z - score < -2 为截断值时, 诊断胎儿主动脉缩窄的敏感度为 80.1%。在本研究中发现 AI Z - score < -2 为界指时, 特异性为 65%, 敏感度为 90.9%, 可以利用 AI Z - score < -2 指标较高的敏感度, 将其作为胎儿主动脉缩窄的一项筛查指标。

何韶铮等^[9]对比研究了正常胎儿与主动脉缩窄胎儿的主动脉弓的各项超声指标, 统计结果表明主动脉缩窄组的主动脉峡部/升主动脉内径比值比正常组降低, 并且差异有统计学意义 ($P = 0.000$)。本次研究统计结果显示 AI/AO 指标 $Kappa$ 值为 0.272, 表明具有一般的一致性, 当以 AI/AO < 0.57 为截断值时, 诊断的敏感度为 72.7%, 特异性为 57.5%, 敏感度及特异性均不高, 因此该项指标对于诊断胎儿主动脉缩窄价值有限。

陈倬等^[10]对比研究了 22 例主动脉缩窄胎儿以及 31 例无主动脉缩窄胎儿的超声心动图, 统计显示肺动脉/主动脉管径比值对于产前诊断主动脉缩窄有统计学意义 ($P = 0.000$)。Gómez - Montes 等^[11]对 41 例主动脉缩窄的胎儿通过 Logistic 回归分析筛选诊断胎儿主动脉缩窄的预测值, 研究发现当以 PA/AO > 1.6 作为截断值时, 对产前诊断主动脉缩窄最有价值。本研究中对正常组与缩窄组间 PA/AO 进行了统计分析, 结果表明差异有统计学意义 ($P = 0.001$), 并得出 PA/AO 指标 $Kappa$ 值为 0.436, 表明具有中度一致性。当以 PA/AO > 1.78 为截断值, 诊断胎儿主动脉缩窄的敏感度为 63.6%, 特异性为 80.0%, 是诊断胎儿主动脉缩窄较有价值的超声指标。

Toole 等^[12]对 27 例胎儿主动脉缩窄胎儿超声心动图进行统计分析, 发现主动脉峡部/动脉导管内径比值的 ROC 曲线下面积为 0.83, 表明该指标具有一定的诊断价值。陈倬等^[13]研究表明当以 AI/DA < 0.635 为截断值时, 诊断胎儿主动脉缩窄的敏感度为 58.3%, 特异性为 93.9%。本研究统计表明正常组和缩窄组在 AI/DA 这项指标上差异有统计学意义 ($P = 0.000$), 且统计结果显示 AI/DA 的 ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.905, 与 Beattie 等^[14]研究统计的 AI/DA 的 ROC 曲线下面积为 0.90 研究结果相近, 表明该项指标具有较高的诊断价值。此外, 根据 ROC 曲线得出当以 AI/DA < 0.56 为界值时, 产前诊断主动脉缩窄的敏感度达到 90.9%, 特异性达到 77.5%, 具

有较高的敏感度及特异性, 是笔者较为推崇的诊断胎儿主动脉缩窄的一项超声指标。

本研究发现, 任意单一胎儿超声心动图指标对产前诊断主动脉缩窄的价值有限, $Kappa$ 值为 0.381, 说明超声诊断结果与金标准具有一般的一致性。而当 2~3 个任意参数超过界值时, 超声联合诊断结果与金标准一致性的 $Kappa$ 值分别为 0.498 ($P = 0.000$)、0.479 ($P = 0.000$), 诊断价值比单一超声心动图指标有所提高。故联合多个超声参数诊断及综合评估心脏大血管情况可提高胎儿主动脉缩窄诊断的敏感度与特异性。

有研究表明, 主动脉缩窄最常合并的心内畸形为室间隔缺损。此外, 主动脉缩窄常见合并的心内畸形还包括主动脉瓣二叶畸形、主动脉瓣或瓣下水平的狭窄、二尖瓣狭窄等。本研究统计发现胎儿主动脉缩窄最常见合并的心内畸形为室间隔缺损, 占 68.1% (15/22), 与国内外研究相似。关于主动脉缩窄处的血流, 国外研究者认为胎儿期尽管存在主动脉峡部缩窄, 但通常血流速度并不增快, 彩色多普勒也不会出现混叠显像。本研究中未对胎儿主动脉缩窄的血流动力学进行研究分析, 主要是考虑到胎儿期特殊的血液循环特点与出生后循环模式的显著不同, 再加上很多未知的胎儿生理、病理特点等可能会影响胎儿的血流动力学模式, 而目前超声诊断方法是基于胎儿自然状态下的研究, 即胎儿特殊血液循环和解剖特点的产前诊断。

本研究入选的病例为产前超声心动图检查怀疑主动脉缩窄、主动脉偏细的胎儿, 如果将研究的超声指标应用于正常的胎儿中, 其敏感度和特异性可能会有所降低。另外, 受样本量较少限制, 本次研究未涉及各个孕周胎儿主动脉缩窄方面的研究。此外, 本次研究未涉及胎儿主动脉缩窄的血流动力学指标的分析, 希望在今后的工作中针对上述不足开展深入研究。

参考文献

- 1 郭万学. 超声医学[M]. 6版. 北京:人民军医出版社, 2012:497
- 2 Kenny D, Hijazi ZM. Coarctation of the aorta: from fetal life to adulthood[J]. *Cardiol J*, 2011, 18(5):487-95
- 3 Torok RD, Campbell MJ, Fleming GA, et al. Coarctation of the aorta: management from infancy to adulthood[J]. *World J Cardiol*, 2015, 7(11):765
- 4 Pasquini L, Mellander M, Seale A, et al. Z - scores of the fetal aortic isthmus and duct: an aid to assessing arch hypoplasia[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2007, 29(6):628 (下转第 145 页)

高功率的 Er 激光能够快速有效的使病变组织消除,与本研究结果一致,这也便验证了陈帆等^[14]临床研究 Er 激光治疗黏液囊肿优于传统手术方法,因此对于外科术后再复发的患者也可采用激光再次治疗。但本实验能量分组较少这对于寻找一个最佳的能量来说尚不足,此外激光的种类较单一,故其他类型的激光对腺泡组织形态影响也有待于进一步研究。

综上所述,激光照射腺泡后可使腺泡萎缩,且随着能量的增高腺泡萎缩的数量增加。因此根据此次实验研究所提供的理论依据结合激光治疗黏液腺囊肿术后疼痛轻、几乎不产生瘢痕、创面愈合快、患者的满意度及接受度高等多重优点^[15-17]。笔者将进一步行双波长激光刨削治疗口腔黏液腺囊肿的疗效研究,这对于寻找一个安全、舒适、有效和最佳的黏液腺囊肿疗法具有重要意义。

参考文献

- 1 Lee KH, Cepeda L, Miller M, *et al.* Mucoceles not - oral cysticercosis and minor salivary gland adenocarcinoma: two case reports [J]. *Dermatol Online J*, 2009, 15(7):8
- 2 Huang IY, Chen CM, Kao YH, *et al.* Treatment of mucocele of the lower lip with carbon dioxide laser [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2007, 65(5):855 - 858
- 3 丁一, 肖诗梦, 杨恒, 等. Nd:YAG 激光在口腔医学中的应用[J]. *华西口腔医学杂志*, 2015, 33(5):445 - 450
- 4 胡雷震. 脉冲 Nd:YAG 激光在口腔颌面外科中的应用[J]. *中国医疗美容*, 2015, 3:59 - 60
- 5 Kim S, Kwon Y, Chung J, *et al.* The effect of Er:YAG laser irradiation on the surface microstructure and roughness of hydroxyapatite - coated implant [J]. *J Periodontal Implant Sci*, 2010, 40(6):276

- 6 王婕, 陈亚明. Er:YAG 激光在口腔医学领域的应用及研究进展 [J]. *激光杂志*, 2015, 36(9):5 - 9
- 7 韦祖印. 盐酸异丙嗪注射液治疗口腔黏液囊肿的疗效探讨 [J]. *中国现代药物应用*, 2015, 9(13):30 - 31
- 8 赵芳. 舌前腺囊肿摘除改良术式的临床探讨 [J]. *中国美容医学*, 2011, 20(7):1080 - 1081
- 9 Alster TS, Lupton JR. Erbium:YAG cutaneous laser resurfacing [J]. *Clin Dermatol*, 2001, 19(3):453 - 466
- 10 李三林. 点阵 Er:YAG 激光 (2940nm) 对兔耳增生性瘢痕不同时期胶原重塑的影响 [D]. 石家庄:河北医科大学, 2012
- 11 余少华, 吴秀丽, 叶丽君, 等. Er:YAG 激光对牙本质结构、成分及髓腔温度的影响 [J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2016, 26(6):358 - 363
- 12 孔亚群, 赵继志, 李倩, 等. 脉冲 Er:YAG 激光在不同参数下对生物软组织消融作用的观察试验 [J]. *中国激光医学杂志*, 2015, 24(4):193 - 197, 231
- 13 Regan TD, Uebelhoefer NS, Satter E, *et al.* Depth of tissue ablation and residual thermal damage caused by a pixilated 2,940 nm laser in a swine skin model [J]. *Lasers Surg Med*, 2010, 42(5):408 - 411
- 14 陈帆, 高承志. 钬激光与传统手术切除治疗口腔黏液囊肿的疗效评估 [J]. *实用医学杂志*, 2017, 33(13):2157 - 2160
- 15 Genovese WJ, Dos SM, Faloppa F, *et al.* The use of surgical diode laser in oral hemangioma: a case report [J]. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28(1):147 - 151
- 16 陈敏乐, 丁江峰, 江千舟, 等. Er:YAG 激光在口腔医学中的应用 [J]. *国际口腔医学杂志*, 2012, 39(6):797 - 800
- 17 Hauser - Gerspach I, Mauth C, Waltimo T, *et al.* Effects of Er:YAG laser on bacteria associated with titanium surfaces and cellular response in vitro [J]. *Lasers Med Sci*, 2014, 29(4):1329 - 1337

(收稿日期:2017 - 11 - 09)

(修回日期:2017 - 11 - 30)

(上接第 141 页)

- 5 Schneider C, McCrindle BW, Carvalho JS, *et al.* Development of Z - scores for fetal cardiac dimensions from echocardiography [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, 26(6):599 - 605
- 6 刘晓伟, 何怡华, 张焯. 胎儿心脏超声检查常见误诊与漏诊分析 [J]. *中国医学影像技术*, 2015, 31(4):593 - 596
- 7 刘晓伟, 何怡华. 单纯永存左上腔静脉对胎儿心脏结构与血流动力学的影响 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2015, 5:393 - 397
- 8 王连双, 刘晓伟, 薛超, 等. 二维超声指标对孕中期胎儿主动脉缩窄的诊断价值分析 [J]. *心肺血管病杂志*, 2016, 35(5):386 - 391
- 9 何韶铮, 吕国荣, 李伯义, 等. 超声心动图检测正常和主动脉缩窄胎儿主动脉及其意义 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2011, 20(5):420 - 422
- 10 陈焯, 何怡华, 韩玲, 等. 胎儿主动脉缩窄的超声诊断与分析

[J]. *中国超声医学杂志*, 2015, 31(11):1006 - 1009

- 11 Gómez - Montes E, Herraiz I, Mendoza A, *et al.* Prediction of coarctation of the aorta in the second half of pregnancy [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2013, 41(3):298 - 305
- 12 Toole BJ, Schlosser B, McCracken CE, *et al.* Importance of relationship between ductus and isthmus in fetal diagnosis of coarctation of aorta [J]. *Echocardiography*, 2016, 33(5):771 - 777
- 13 陈焯, 何怡华, 韩玲, 等. 超声参数评分分析对胎儿主动脉缩窄的诊断价值 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2016, 25(2):126 - 130
- 14 Beattie M, Peyvandi S, Ganesan S, *et al.* Toward improving the fetal diagnosis of coarctation of the aorta [J]. *Pediatr Cardiol*, 2017, 38(2):344 - 352

(收稿日期:2017 - 11 - 07)

(修回日期:2017 - 11 - 20)